ROCZNIKI FILOZOFICZNE
Tom XXIII, zeszyt 3 — 1975

WŁODZIMIERZ SEDLAK

EWOLUCJA BIOPLAZMY

Przydatność bioplazmy (plazmy B) jako pojęcia wyrażającego sumaryczny ogląd procesów chemicznych łącznie z jego elektronicznym charakterem została odkryta wcześniej. Bioplazma nie jest wyłącznie terminem operatywnym, opisującym w prosty sposób metabolizm oraz elektroniczne sytuacje żywego ustroju. Na gruncie ewolucji biochemicznej oraz ostatnio rozpatrywanej ewolucji molekularnej należy sądzić, że również bioelektroniczne cechy układu ulegają rozwojowi, a tym samym można mówić o ewolucji bioplazmy.

1. EWOLUCJA METABOLIZMU

Należy najpierw ustalić wymagane minimum, by jakiś proces nazwać metabolizmem. Stanowi go wiązanie energii na zasadzie reakcji chemicznych z następnym etapem jej zwalniania (katabolizm), przy czym zwolniona energia jest konieczna dla następnego etapu syntezy. Istotą metabolizmu nie wydaje się być samo chemiczne wiązanie energii, lecz syntetyzowanie nowych związków przy użyciu energii zwolnionej w procesie katabolizmu, uzupełnionej zewnętrzną rezerwą (chemiczną u heterotrofów, słoneczną u autotrofów). Energia katabolicznie zwolniona dla nanastępnego aktu syntezy różni procesy metabolizmu od chemicznych reakcji odwracalnych. Istotą bowiem metabolizmu jest nie tylko reakcja odwracalna, ale ciągłość przeciwstawnych procesów chemicznych z wykorzystaniem zwalnianej energii uprzedniego układu. Można by to określić jako produkcję „żywej energii". Istnieje nie tylko ciągłość kodu genetycznego, ale również przekazywalność energii autogennego pochodzenia, czyli uzyskiwanej w procesie metabolizmu. Zapewne będzie to dalszym krokiem w rozwoju genetyki, gdzie poza przekazem struktur nie mówiło się do tej pory nic o energetycznych zależnościach. Można by to nazwać energetyczną kontynuacją życia.

Ewolucja katabolizmu w kierunku maksymalnej wydajności zwalniania związanej energii stanowi, być może, najistotniejszy punkt w che-

micznej organizacji życia. Życie nigdy nie przebiega na bazie wyłącznie zewnętrznej energii, choćby jej zapas praktycznie był nieskończony. Układ biologiczny musi sam uwolnić chemicznie związaną przez siebie energię. Zwalnianie energii jest tak samo aktem życia, jak jej wiązanie. Życie napędza swe funkcje własną energią, inaczej byłoby ono jedynie mechanizmem o zewnętrznym zasileniu. Jest to chyba pierwszy krok życia ku autonomii mimo uzależnienia od środowiska.

Odnośnie do ewolucji anabolizmu trudniej jest znaleźć w dzisiejszej konstrukcji chemicznej życia fakty świadczące o jego etapach rozwojowych. Wydaje się, że zaangażowanie nieorganicznej grupy PO_4 w związkach makroergicznych byłoby jednym z nich. Zapasowa energia wydaje się pierwotniejszym sposobem rezerwy niż gromadzenie zapasowej substancji w organizmie. Cały zresztą metabolizm jest właściwie gromadzeniem energii w związkach chemicznych i stopniowym jej zwalnianiem.

2. FRAKCJONOWANY PRZEPŁYW ELEKTRONÓW

Chemia oparta na mechanice kwantowej widzi reakcje jako procesy wiązania i zwalniania elektronów. Metabolizm można wtedy słusznie rozumieć, co sugeruje Szent-Györgyi, jako przepływ elektronów (49). Wzdłuż niejako strumienia elektronów w białkowym substracie zostały rozlokowane czynniki regulujące ich frakcjonowany przepływ. Życie uruchomiło system „śluz", normujący dwukierunkowy ruch elektronów. System ten nazywamy układem enzymatycznym. „Przepuszcza" on w dozowany sposób zarówno energię słoneczną, jak i nagromadzoną w ATP czy w innych związkach.

System enzymatyczny, działający na zasadzie stopniowego przepuszczania strumienia elektronów, wziął zapewne swój początek, podobnie jak „magazynowanie" elektronów w nieorganicznej grupie fosforanów PO_4, od prototypów spotykanych w świecie nieożywionym. W tym wypadku chodziło o katalityczne własności wodorotlenków metali, takich jak: Fe, Cu, Mg, Al, Mg, Co, Ni, spotykanych w lito- i hydrosferze. Prawdopodobnie dokonało się to na niezwykle długiej i początkowo całkowicie nieorganicznej drodze. Miarodajne są tu badania Krausego i jego współpracowników nad nieorganicznymi fermentami, przewyższającymi często katalityczną sprawnością enzymy (26). Otrzymano nieorganiczne odpowiedniki katalazy, peroksydazy, oksydazy, hydrolazy. Kierunek badań Krausego może się okazać pożyteczny dla biologii. Połączenie nieorganicznego apofermentu z prostetyczną grupą białkową w żywym ustroju nie było zyskiem w rozumieniu przyspieszania czynności katalizowania, lecz przejściem z nieorganicznej katalizy do wyłącznie

organicznej i ściślejszym połączeniem procesu chemicznego z elektronicznym; białka bowiem stanowią półprzewodniki (10). Ten odcinek ewolucji bioenergetyki jest całkowicie domyślny, na podstawie jednak kilku faktów można go interpolować z dużym prawdopodobieństwem (33). Z okazji sympozjum poświęconego chemisorpcji i katalizie na półprzewodnikach, które odbyło się w Moskwie w 1968 r., wyrażono zdanie, że kataliza jak starożytny bóg Janus ma dwa oblicza: jedno zwrócone w kierunku chemii, drugie w kierunku fizyki (55). Katalizę — proces zasadniczo chemiczny przyspieszania reakcji — interpretuje się obecnie elektronicznie. To samo jesteśmy zmuszeni uczynić z metabolizmem; ograniczenie go wyłącznie do przemian chemicznych nie jest pełnym obrazem rzeczywistości biologicznej.

Ewolucję metabolizmu rozpatrujemy w określonym aspekcie jego możliwości elektronicznych. Z tego punktu widzenia obecne rozbicie syntezy i katabolizmu ma specyficzne odcinki enzymatyczne nie byłoby spowodowane wyłącznie złożonością procesów chemicznych. Poszczególne etapy biokatalizy łączą się ze stanami wzbudzonymi (8) i fazą przejściową wolnych rodników. Obecnie mówi się nawet o stanach predysocjacyjnych z własną emisją fotonową (6). Sytuacje te przedstawiają pomyślną okoliczność z punktu widzenia elektroniki. W „interesie" metabolizmu było nie tylko usprawnienie chemiczne, lecz również elektroniczne korzyści. Wydaje się, że mamy tutaj zaznaczony jeden z ważnych kierunków ewolucyjnych. Rozwój metabolizmu obejmował te dwa warianty — sprawność chemiczną oraz elektroniczną wydajność.

3. PLAZMA BIOLOGICZNA JAKO PODSTAWA BIOENERGETYKI

Dynamika procesów biologicznych, łatwość przystosowania się do znacznych nawet zmian środowiskowych, subtelność odbioru minimalnych wahań energetycznych, niska energia aktywacji, ten sam model funkcji życiowych na dystansie miliardów lat przekazywany jako nieprzerwana akcja chemiczna i elektroniczna to cechy charakteryzujące żywy układ; jest on zupełnie wyjątkowy i — według niektórych badaczy — wymaga istnienia specjalnej energii biologicznej.

Może udałoby się bez postulowania nowej energii wyjaśnić dynamikę żywego ustroju. Istnieje stan materii, który łączy w sobie cechy substancjalnego podłoża i polowych oddziaływań, procesy kwantowe z makroskopową sferą zjawisk elektromagnetycznych. Stan materii, w którym może ona gromadzić w sobie niezwykle duży zasób energii przy zachowaniu integralności, określa się jako plazmę. Stan analogiczny z plazmą ciała stałego nazwano tutaj dla jego specyficzności bioplazmą (42).

Pewne zbieżności zasadniczego modelu realizowanego przez metabolizm i plazmę są warte podkreślenia. W obu wypadkach zachodzi gromadzenie energii i jej zwalnianie; raz chemicznie związanej, drugi raz w formie wzrostu gęstości ładunków w quasi-równowadze elektrycznej i pól elektromagnetycznych. Niestałość plazmy jest bardzo znamienna. Wyraża się ona odwracalnością procesów degradacji i stabilizowania przez rekombinację i jonizację. Plazma trwa jako pulsacja odwracalnych stanów energetycznych. Ustawiczne zwalnianie energii na skutek procesów rekombinacyjnych wymaga zasilania z zewnątrz, dla zapobiegania ostatecznej degradacji stanu plazmowego.

Część zwolnionej energii jest wykorzystywana w następnym akcie jonizacji. Właściwie plazma uzupełnia tylko zewnętrzną rezerwą niedobór własnej energii otrzymanej z rekombinacji. Identycznie przedstawia się sytuacja w metabolizmie, jak to wyżej wykazano. Metabolizm można więc pojmować jako falę chemiczną procesów, których odwracalność nie przebiega do końca ani się nie zatrzymuje w punkcie równowagi stężenia, równoznacznego dla organizmu ze śmiercią. Czy wobec tego nie można metabolizmu wyrazić w pojęciach stosowanych dla opisu plazmy? Tym samym wyjaśniona zostałaby dynamika żywego ustroju i wiele zagadkowych spraw, jak konieczność energii katabolicznej, czyli „żywej energii”, dla normalnego funkcjonowania organizmu, a przede wszystkim ustawiczna akcja wiązania i zwalniania energii.

Fizyka plazmy wydaje się dziedziną niezupełnie ukończoną zarówno od strony teoretycznych rozpracowań, jak i praktycznych możliwości. Bioplazma może być szczególnym przypadkiem plazmy ciała stałego o dużych perspektywach badawczych, choć w tej chwili nie do udowodnienia w bezpośrednim eksperymencie. Istnieje jednak zespół faktów doświadczalnych, które mogą stanowić podstawę wnioskowania analogicznego do tego, które dotyczy plazmy ciała stałego. Wspomniana wyżej analogia metabolizmu z istotną cechą plazmy nie jest zjawiskiem odosobnionym.

Podstawy bioplazmy są jednak szersze. Początkowe tendencje interpretowania złącza p-n jako mikroplazmy (38) zostały rozszerzone na całą masę półprzewodnika. Racją tej interpretacji stała się pasmowa teoria półprzewodnictwa. Elektrony pasma przewodnictwa i dziury pasma walencyjnego Zaręba (58) uznał za plazmę ciała stałego. Dalsze prace z tej dziedziny poszły po tej samej linii (24). Półprzewodnik bowiem z natury swojej realizuje postulat dwuimienności ładunków. W tym rozumieniu złącze p-n byłoby wyróżnioną sytuacją w stosunku do masy półprzewodnika. Obrazowo mówiąc, mikroplazma p-n posiadałaby różnice ilościowe w odniesieniu do plazmy całej masy półprzewodnika. Złącza p-n stanowiłyby więc ośrodki gęstszej plazmy w obrębie ciała stałego. Innymi słowy, można tu mówić o nieciągłości plazmy. Analogiczna sytuacja

istnieje w półprzewodniku białkowym, choć nie można w zupełności teorii pasmowej przenieść na półprzewodniki organiczne.

Składowe plazmy biologicznej o charakterze ujemnym stanowią, prócz elektronów zdelokalizowanych, elektronów pi (19) oraz elektronów transferu międzydrobinowego (23), również elektrony zwalniane katabolicznie, jak i ujemne jony cząsteczkowe oraz rodniki (25).

Dla równowagi elektrycznej plazma wymaga cząstek dodatnich. W bioplazmie rolę tę spełniają najczęściej, obok jonów dodatnich i rodników, protony. W strukturze związków organicznych mostki wodorowe urastają niemal do „sterochemii" wiązań wodorowych, jak się to coraz częściej określa (28, 29, 52). Protony byłyby więc głównie pochodzenia strukturalnego; zarówno protony wiązań wodorowych związków organicznych, jak i ruchliwe protony quasi-krystalicznej struktury wody (56). Miarodajny wydaje się tu podstawowy proces energetyczny życia — fotosynteza, w którym oprócz przekazu fotoelektronu z chlorofilu dokonuje się również uruchomienia protonu (20). Te same zresztą zbieżności podkreśla się w oddychaniu (32, 47), działaniu enzymów (51), mówiąc ogólnie — w katalizie.

Można stąd wnioskować, że elektronowe i protonowe procesy plazmotwórcze towarzyszą wszystkim podstawowym funkcjom życia, poczynając od półprzewodzącej natury białek (35), kwasów nukleinowych (9, 11), porfiryn (12), poprzez strukturalne uwarunkowania wiązań wodorowych (57) i architektoniki związków organicznych, zwłaszcza aromatycznych. To strumień elektronów i protonów uruchamianych w procesach życiowych. W rzędzie struktur i odgrywających się dzięki nim procesom będą membrany. Działanie ich, choć niezupełnie wyjaśnione w szczegółach, w zasadzie wydaje się bardzo proste, bo sprowadzić je można do uruchomienia protonów i elektronów (15, 22, 30, 48). Przy tym ruchliwość protonów w drobinach organicznych jest, być może, nie mniej ważna niż ruchliwość elektronów (57). Jeśli za podstawowy proces biologiczny uważać będziemy wiązanie energii i gromadzenie jej w ATP, to dokonuje się on przez plazmotwórcze elementy, jak elektrony i protony, pod wpływem słonecznych fotonów, na półprzewodzącym substracie chlorofilu (2, 35, 39).

Roli wody w organizacji życia nie rozwiązano do końca. Nie jest ona tylko polarnym rozpuszczalnikiem czy ośrodkiem dla koloidalnych zawiesin. Najistotniejsza jej rola będzie zapewne natury elektronicznej. Przy wyznaczaniu przewodności elektrycznej białek stwierdzono znaczne zmiany na skutek wilgotności materiału badanego. Przypisuje się to protonom (11). Woda jest nie tylko środowiskiem warunkującym istnienie jonów, lecz również donorem protonów. Z tych powodów nazywa się ją protonowym półprzewodnikiem (21). Jest więc ważnym czynnikiem plazmo-

twórczym. I tak, jak się mówi o zdelokalizowanych elektronach w związkach organicznych, tak też ruchliwe protony w quasi-krystalicznej strukturze wody należałoby nazywać „zdelokalizowanymi". Jaką rolę plazmotwórczą spełnia hydratowany elektron, nie jesteśmy w stanie na dzisiejszym etapie badań powiedzieć. Podjęto pierwsze próby otrzymywania go w środowisku organicznym (13). Analizuje się również jego wpływ na aminokwasy, tym bardziej że hydratowany elektron jest pierwszym produktem otrzymywanym pod wpływem fotonowego wzbudzenia aromatycznych aminokwasów (15).

Przyjęcie bioplazmy na ogólne określenie wszystkich stanów elektronowych i protonowych żywego ustroju wydaje się uzasadnione. Plazma B wyraża elementy elektryczne wynikające nie tylko ze struktury molekularnej, ale również z chemicznych i elektronicznych funkcji układu. Jest więc integralnym ujęciem żywego układu po jego stanach kwantowych i uogólnieniem ułatwiającym jednoczesne uwzględnienie skali makroskopowej w procesach życiowych organizmu.

Przemnażając liczbę drobin organicznych z ruchliwymi elektronami przez liczbę wiązań wodorowych oraz jednostkowe reakcje chemiczne przez liczbę komórek w organizmie, a to wszystko przez liczbę stanów wzbudzonych, rodników i jonów cząsteczkowych otrzymujemy ogólną masę cząstek naładowanych w białkowym substracie półprzewodnikowym. To właśnie określamy jako bioplazmę. Wszystkie procesy dokonują się w środowisku już wysoce energetycznym, niejako na poziomie ogólnego wzbudzenia. Nie ma tam stanu podstawowego, a więc laboratoryjnego. Stan taki istnieje dopiero w wyniku śmierci organizmu. Różnice między układem biotycznym a organicznym polegają wobec tego na zdolności plazmotwórczych procesów. Po prostu w układzie żywym większa jest gęstość plazmy i wyższa zdolność jej regeneracji. Białko poza żywym ustrojem nie jest półprzewodnikiem samoistnym. Połączenie procesów metabolicznych z elektronicznymi jest podstawą ustawicznego regenerowania plazmy biologicznej. Poza wypadkiem śmierci układu poziom energetyczny nie spada nigdy do sytuacji plazmy niesamoistnego półprzewodnika. Przeprowadzenie zresztą plazmy w bioplazmę jest dla nas w tej chwili poza praktycznymi możliwościami wykonania. W tym punkcie zaznacza się jednocześnie podstawowa różnica między plazmą a bioplazmą, materią biotyczną a jedynie organiczną. Przekroczenie tego punktu zwrotnego w laboratoryjnych warunkach będzie równoznaczne z syntezą życia.

Istotnym warunkiem plazmy B jest nie tylko przyjęcie półprzewodzących właściwości białek, ale również uznanie metabolizmu za czynnik utrzymujący wysoki standard energetyczny plazmy. Ponieważ procesy biotyczne przebiegają w stanie „wzbudzonym" materii, czyli już na poziomie wysokoenergetycznym, stąd energia aktywacji może być dosyć

niska, a sterowanie procesami dokonywałoby się minimalnymi dawkami energii. Odbiór informacji jest tu niezwykle dokładny. Cała bioplazma jest więc stanem wysoce aktywnym, a reakcje chemiczne i procesy elektroniczne realizują się już niejako na wyższym poziomie energetycznym. Jąk w każdej plazmie, występuje tu jeszcze dodatkowo energia kinetyczna. Badania wykazały, że prędkość ładunków w białku wynosi 10^3 do 10^5 $cm^2 V^{-1}$ (10, 17).

Jak dotychczas nie spotkaliśmy w przyrodzie w żadnym układzie pełnej analogii do energetyki biologicznej zespalającej zjawiska elektroniczne z chemicznymi na zasadach działania plazmy. Ten bioenergetyczny węzeł musiał się ugruntować w długim szeregu ewolucyjnym i stanowi zapewne istotę procesu zwanego życiem.

4. ELEKTRONY I FOTONY W PROCESACH BIOLOGICZNYCH

Rozgraniczenie zjawisk elektronicznych od reakcji chemicznych stanowi wynik historycznego obarczenia w tworzeniu pojęć oddających treść procesów biologicznych. Reakcje chemiczne, wyrażające odwracalne procesy anabolizmu i katabolizmu, sprowadzają się do wiązania i zwalniania elektronów. Przez substrat białkowego półprzewodnika przepływa ustawiczny strumień elektronów.

Z bliższej analizy elektronicznych podstaw żywego układu wynika potrzeba rozróżnienia elektronów pochodzenia metabolicznego od elektronów pochodzenia strukturalnego. O pierwszych była już mowa i należy je przypisać białku wymiennemu, czyli tej części organicznego substratu, która podlega katabolizmowi i odbudowie chemicznej. Natomiast elektrony strukturalne są wynikiem elektronowej konfiguracji powłok molekularnych. Jeśli jest mowa o półprzewodnikowym substracie, to należy mieć na myśli w pierwszym rzędzie tę część białka, która warunkuje struktury elektroniczne drobin. Stanowi ona podstawową masę układu żywego. Elektrony pochodzą więc z dwóch źródeł — z reakcji chemicznych określanych jako metabolizm i z molekularnych struktur białkowych. Pierwsze zasilają w elektrony układ białkowy, drugie natomiast warunkują półprzewodzące własności białek i kwasów nukleinowych.

Fotony były dotychczas pomijane w ogólnym bilansie energetycznym żywego ustroju, a jeśli o nich mówiono, to zawsze jako o tych, które pochodzą z zewnątrz, np. w wypadku fotosyntezy. Można je nazwać energią „pozametabolicznego" pochodzenia w odniesieniu do tradycyjnie pojmowanej przemiany materii (44). Układ biologiczny produkuje własne fotony, i to w dwojaki sposób: a) w reakcjach chemiluminescencyjnych, głów-

nie poprzez utlenianie lipidów; b) w procesach rekombinacji promienistych przejść singletowych i tripletowych lub na złączach p-n. W generacji fotonów występuje, jak widać, ta sama prawidłowość co w wypadku elektronów — mogą one być pochodzenia chemicznego i elektronicznego. Dowodzi tò współzależności między procesami metabolicznymi i elektronicznymi oraz ścisłej synchronizacji obu funkcji.

Pomiędzy procesami chemicznymi a elektronicznymi istnieje zapewne wzajemna wymiana informacji elektromagnetycznej. Strona biochemiczna informuje za pomocą fotonów chemiluminescencyjnego pochodzenia o stanie katabolizmu w białku wymiennym. Odbiorcą informacji jest białko struktur biologicznych, stanowiące podstawową masę organicznego półprzewodnika. Białkowy półprzewodnik przekazuje znów elektromagnetycznie wiadomość o funkcjach elektronicznych w strukturach biologicznych. Rytmiczne odmierzanie procesów biochemicznych byłoby więc sterowane fotonami dwukierunkowo. W wypadku przeenergetyzowania po stronie elektronicznej następuje impuls elektromagnetyczny wyzwalający syntezę chemiczną, natomiast przy niedoborze elektronów następuje zatrzymanie syntezy, a rozpoczęcie katabolizmu. Nie potrafimy jeszcze rozstrzygnąć, czy brak impulsu wyzwalającego syntezę chemiczną jest równoznaczny z rozpoczęciem katabolizmu, czy też wymaga on nowego impulsu hamującego syntezę.

Schematyzując należałoby wyrazić to jako dwa układy plazmowe wzajemnie się informujące, w jedyny zresztą dla tego rodzaju stanów materii sposób — elektromagnetycznie. Istniałyby wobec tego dwa zespoły bioplazmowe — jeden metaboliczny, drugi strukturalny, czyli elektroniczny — pracujące synchronicznie z przesuniętą fazą na podstawie przekazywanej sobie informacji fotonowej.

5. DROGI ROZWOJU PLAZMY BIOLOGICZNEJ

Powyższy schematyczny obraz mówi dużo o ewentualnej ewolucji plazmy biologicznej. Musiała się ona rozwijać z pewną równoległością zabiegów wokół procesów plazmotwórczych po obu stronach, a więc chemicznej i elektronicznej.

a) Ewolucja bioplazmy metabolicznej jest względnie łatwa do odtworzenia w głównych przynajmniej zarysach. Zmierzała ona w kierunku wzmagania procesów plazmotwórczych przez intensyfikację przemian chemicznych. Mogło się to dokonać w wieloraki sposób: przez liczbowy wzrost reakcji w jednostce czasu, rozbicie ich na poszczególne etapy enzymatyczne, zwiększenie różnorodności reakcji dwukierunkowych, np.

oksydoredukcyjnych, rozbicie procesu na fazy rodnikowe, wytwarzanie coraz bardziej wydajnych procesów katabolicznych.

Ogólnie mówiąc, ewolucja w kierunku chemicznym odznaczała się tendencją do uruchomienia największego obiegu elektronów i protonów w metabolicznych procesach. Wzrastała przez to gęstość plazmy. Bogactwo i sposób realizowania reakcji chemicznych zdają się na to wskazywać. Nie jesteśmy jednak w stanie podać protoreakcji plazmotwórczej.

b) Ewolucja bioplazmy elektronicznej obejmowała zapewne dwa etapy: odbudowę struktur drobinowych warunkujących optymalne własności półprzewodnictwa i wykształcenie struktur subkomórkowych złożonych z białek oraz lipidów z usprawnieniem ich do działania na zasadzie układów sandwiczowych, z możliwością generowania fotonów (5, 31).

Pierwszy wariant ewolucji wydaje się dostatecznie opracowany, choć nie wprost na gruncie biologicznym, a raczej elektroniki technicznej, poszukującej dobrych materiałów półprzewodzących. Wykazano bowiem, że przewodność elektryczna wzrasta na skutek kondensacji pierścieni aromatycznych.

Teoretyczne założenia dotyczące analogii między cząsteczkami złożonymi z pierścieni aromatycznych a grafitem i w związku z tym przewodnictwa elektrycznego zostały doświadczalnie potwierdzone. Istnieje rzeczywiście równoległość między polikondensacją a przewodnością, co wykazano dla przykładowego szeregu, jak naftalen, antracen, tetracen, antantren, wiolantren. Przebadano również elktroniczne cechy u heterocyklicznych związków z wbudowanym w pieścień atomem azotu, np, fenazyny i imidazolu (1). Dla skondensowanych pierścieni aromatycznych wykazano, że ich przewodnictwo wzrasta wraz ze zwiększaniem się w nich liczby elektronów pi. Przebadano także wpływ polimeryzacji na własności elektryczne tych związków. Klasycznym obiektem jest ftalocyjanina.

Ostatnim wariantem badań nad przewodnictwem związków organicznych były kompleksy donorowo-akceptorowe. Dotyczyły one głównie oddziaływania metali alkalicznych na antracen lub chlorowców na związki organiczne. Atom chlorowca działa tu jako akceptor (utleniacz), natomiast cząsteczka związku organicznego jako donor (reduktor). Tak otrzymano kompleksy typu „charge transfer". Przewodnictwo w tych wypadkach ulega znacznej poprawie. Tyle wykazały doświadczenia, nie wykonane zresztą wprost dla użytku biologii.

Na podstawie tych wyników i ich analogii do molekularnych charakterystyk związków organicznych biologicznie ważnych można wydedukować z dużym przybliżeniem drogi ewolucji molekularnej i elektronicznej w żywym ustroju.

Tak więc przybył nowy aspekt ewolucji bioplazmy, poza ewolucją

biochemiczną i elektroniczną, mianowicie ewolucja molekularna. Jest to zupełnie nowa okoliczność. Dotychczas rozpatrywało się w ewolucji molekularnej tylko stronę biochemiczną (16). Tymczasem rozwój struktur drobinowych łączy się ze zmianą wartości półprzewodzących, a tym samym jest wyrazem ewolucji bioplazmy. Ewolucja kwantowa, bo tak ją można określić, dokonuje się więc w trzech równoległych kierunkach: struktur molekularnych, reakcji biochemicznych, własności elektronicznych. Ogólnie biorąc, cała ewolucja kwantowa zmierzałaby do wytworzenia najkorzystniejszych sytuacji plazmotwórczych.

Wytworzenie heterocyklicznych aminokwasów, takich jak fenyloalanina, tyrozyna, prolina, hydroksyprolina, tryptofan, histydyna, jest zapewne realizowaniem ewolucyjnego preferowania drobin z ruchliwymi elektronami. Kondensację związków pierścieniowych stwierdza się natomiast u sterydów, glikozydów antocjanowych, flawonowych, sterydowych, zasad purynowych i pirymidynowych, piroli, alkaloidów, niemal wszystkich witamin, hormonów. Ogólnie można powiedzieć, — że ewolucja molekularna żywych układów położyła akcenty na związkach aromatycznych w najrozmaitszym zestawie. Najcharakterystyczniejsze są tu białka i porfiryny oraz kwasy nukleinowe. Nie ulega wątpliwości, że podstawowym trendem ewolucji molekularnej była cyklizacja związków organicznych.

Z badań eksperymentalnych nad warunkami przewodnictwa związków organicznych można było przez analogię wywnioskować, że była to zarazem linia rozwojowa własności elektronicznych żywego układu. Najbardziej miarodajny byłby ten wniosek w odniesieniu do białek, dla których półprzewodnictwo jest faktem. Jednocześnie wkraczamy w dziedzinę kompleksów donorowo-akceptorowych, jakie wytwarzają się w amfoterycznej drobinie z naładowanych ujemnie grup COO^- i dodatnich NH_3^+. Można by w tym wypadku mówić o „drobinowych złączach p-n". Odszczepiana woda w następstwie kondensacji aminokwasów znacznie zwiększa ich półprzewodnictwo.

Molekularna ewolucja byłaby niepełna, gdyby brakło spolimeryzowanych pierścieni pirolowych. Analogie ftalocyjaniny do porfiryn są tutaj znamienne; ftalocyjanina jest bowiem bardzo podobna ze szkieletu drobinowego do porfiryny. Poza białkami porfiryny są niejako molekularnym symbolem życia. Przeprowadzono wiele badań nad przewodnictwem ftalocyjaniny i jego uzależnieniem od kompleksu z metalami Cu, Ni, Co, Fe, Pb, Zn, Mg.

Być może cyklizacja aminokwasów przebiegała w przyrodzie z udziałem porfiryn, te bowiem składają się ze skondensowanych pierścieni pirylowych. Pirol natomiast jest związkiem heterocyklicznym niejako pośrednim między benzenem a szeregiem alifatycznym nienasyconym. Re-

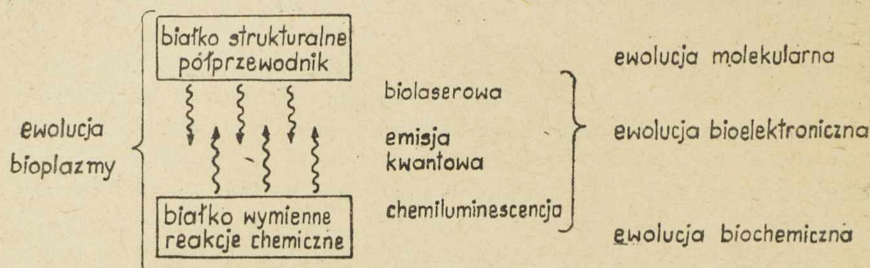
dukcja zaś pirolu prowadzi w niektórych warunkach do powstania związków przypominających drugorzędne aminy alifatyczne.

Drugi etap strukturalnej ewolucji bioplazmy to powstanie układów sandwiczowych, znanych z elektroniki technicznej. Są to zespoły dwu- lub poliwarstwowe o różnej gęstości elektronowej, pełniące w zasadzie funkcje złącza p-n. Należy sądzić, że układy biologiczne złożone z półprzewodników organicznych w toku ewolucji strukturalnej uwzględniły również tę możliwość rozwojową. Mikroskopia elektronowa pozwoliła dokładniej przebadać subkomórkowe struktury, jak aparat Golgiego, retikulum endoplazmatyczne, mitochondria, plastydy, chloroplasty oraz wszelkiego rodzaju błony biologiczne, wykazując ich budowę sandwiczową. Ponieważ układ dwuwarstwowy działa tak, jak w wypadku półprzewodników złącze p-n, a błony biologiczne stanowią układy białkowo-lipidowe o aktywnym transporcie, wobec tego lansowana nazwa „błony plazmatyczne" nabierze najprawdopodobniej szerszego oraz istotniejszego znaczenia. Wypadnie je wówczas nazwać raczej błonami plazmowymi lub bioplazmowymi. Mogą one stanowić układ przewodzący lub zaporowy, i to dwukierunkowy. Jeśli działają jako złącza p-n, stanowią element mikroplazmowy, jak się to przyjmuje dla półprzewodników. Zrozumiałym efektem dla mikroplazmy jest emisja promieniowania wzdłuż złącza. Jest to zasada działania lasera półprzewodnikowego (40).

Bioplazma to stan materii złożonej z różnoimiennych cząstek naładowanych w quasi-równowadze elektrycznej z emisją fotonów. Sumarycznie biorąc, jest to układ złożony z cząstek elektrycznych, atomów obojętnych i fotonów. Te ostatnie opuszcza się zwykle w definicji plazmy, uważając je raczej za skutek stanu plazmowego niż jego składową. Ze względu na dynamikę układu biologicznego i poszerzone spojrzenie na bilans energetyczny żywego ustroju wskazane jest włączyć fotony do charakterystyki bioplazmy nie jako jej skutek, a raczej jako składową. Mikroplazmowy opis plazmy obejmuje wzajemne oddziaływanie kwantowe. Przejawem stanowiącym cechę diagnostyki plazmy jest emisja fotonów. Słabe promieniowanie wszystkich organizmów w zakresie widma widzialnego byłoby przejawem bioplazmy. Jest obojętne, czy promieniowanie to przypiszemy procesom chemiluminescencyjnym czy wprost elektronicznym; obie charakterystyki, zarówno metaboliczna jak i półprzewodnikowa, stanowią przecież wspólną podstawę określenia „plazma biologiczna".

Czy wobec tego fale chemiczne (36) stwierdzalne w organizmach nie są po prostu pulsacją bioplazmy, a przesuwający się proces ujęto tradycyjnie według diagnozy biochemicznej? Przy innej jednostce diagnostycznej będzie to zmieniający się potencjał elektryczny, wydłużanie fali elektromagnetycznej bądź zmiana intensywności zjawisk bioluminescencyj-

nych. Bioplazma jednoczy te wszystkie przejawy. Diagnostyka plazmy należy do zagadnień technicznych, nie do jej natury. Tego rodzaju problem nie istniał dotychczas w biologii. W tej chwili jednak musi stać się aktualny. Rys. 1.



Rys. 1. Ewolucja bioplazmy dokonywała się w trzech orientacjach: jako rozwój struktur molekularnych, ich własności półprzewodnikowych oraz usprawnianie procesów biochemicznych.

Bioplazma, według schematu rysunkowego, posiada dwa generujące ją źródła — chemiczne i elektroniczne. Dla tych generatorów plazmy z jednej strony są istotne reakcje chemiczne, z drugiej zaś funkcje elektroniczne struktur molekularnych. Po obu stronach występują kwantowe procesy emisji fotonów, raz jako wynik chemiluminescencji, drugi raz jako, najprawdopodobniej, rezultat emisji na złączach p-n ewentualnie w procesie biolaserującym na utworach sandwiczowych struktur subkomórkowych (43).

Rezerwa plazmy wynikająca ze struktury molekularnej, jak zdelokalizowane elektrony i traferu oraz protony wiązań wodorowych, jest ustawicznie uzupełniana przez elektrony procesów chemicznych, wolne rodniki i jony. Jonizacja i stany wzbudzone są podtrzymywane przez fotony emitowane zarówno w procesach chemiluminescencyjnych, jak i kwantowych procesach elektronicznych. Plazma „żyje" tutaj wśród molekularnego rusztowania białkowego. Zależna jest ona zresztą od elektronowej konfiguracji drobin, zasila się natomiast procesami chemicznymi oraz elektromagnetycznymi.

Zdaje się, że przyznanie plazmie biologicznej cech życia jest bardziej uzasadnione niż przypisywanie życia wprost białku. To stare nieporozumienie oparte jest na braku dokładniejszego poznania natury życia. Bioplazma żyje, jest zresztą samym życiem. Białko jest tylko substratem półprzewodnikowym, czyli nośnikiem plazmy. Białko żyje jedynie o tyle, o ile procesy plazmowe mogą się w nim dokonywać na sposób wyżej przeanalizowany. Plazma bowiem jednoczy tylko struktury molekularne z reakcjami chemicznymi i procesami elektronicznymi.

6. EWOLUCYJNA ROLA ZJAWISK MAKROSKOPOWYCH W PLAZMIE BIOLOGICZNEJ

Plazma prócz charakterystyki w skali mikro posiada cechy odnoszące się do niej jako całości. Nazywamy to makroskopowym jej opisem. W tym rozmiarze plazmę można traktować jako obojętną ciecz elektryczną, do której odnoszą się zarówno prawa hydrodynamiki, jak i elektrodynamiki. Plazma jest tu ośrodkiem przewodzącym i wykazuje swoiste zachowanie przy jakimkolwiek naruszeniu równowagi energetycznej. Wszelkie zmiany, magnetyczne, elektryczne, grawitacyjne, termiczne, chemiczne, akustyczne, mechaniczne, optyczne, powodują pulsowanie plazmy jako całości. Nazywamy tę pulsację falami elektrycznymi, a przy istnieniu zewnętrznego pola magnetycznego falami magnetohydrodynamicznymi (18, 50). W tym ostatnim wypadku plazma zachowuje się nie tylko jako ciecz elektryczna, ale również jako ciecz magnetyczna, wmraża niejako w siebie linie pola magnetycznego (41).

Plazma posiada więc dwie charakterystyki elektromagnetyczne, jedną w skali widma widzialnego, drugą w zakresie fal długich. Z teoretycznych analiz wynika, że analogicznej sytuacji należałoby się dopatrywać w układzie żywym. Poza procesami emisji świetlnej ultrasłabego promieniowania winny w nim jeszcze istnieć zjawiska elektromagnetyczne w skali fal długich. Wydaje się, że korelują z nimi prądy pulsujące u roślin (34), tym bardziej ciekawe, że nie łączą się z działalnością ani systemu nerwowego ani mięśniowego. Widocznie pulsacja w rytmach wolnych jest cechą ogólną układów żywych.

Nie znamy czynników zespalających reakcje chemiczne, procesy elektroniczne i struktury molekularne w jednolitą funkcję, określaną jako życie. Tym trudniej wskazać na podstawy koordynujące makroskopową całość organizmu. Bioplazma stanowi wspólny czynnik dla różnorodności zjawisk. Wydaje się, że elektromagnetyczna ewolucja żywego układu szła w kierunku wydłużenia fali. Zdaje się na to wskazywać emisja fotonów przez pracujące chloroplasty (3) oraz wydłużanie pasma absorpcji α-chlorofilu z 673-675, 682-685 nm do 710-720, a nawet 740 nm (4).

Ewolucja żywego układu w kierunku wydłużania fali ma swoiste podstawy w kwantowej emisji fotonów przez plazmę, jak i pulsacji plazmy jako całości. Plazma bowiem jest nośnikiem szerokiej skali drgań elektromagnetycznych, od wysokich do najniższych (42).

Pożyteczne może się okazać przyjęcie, hipotetycznej na razie, „mikromutacji elektromagnetycznej”, rozumianej jako odstępstwo od normalnej mikroskali pulsacyjnej. „Mutacje” te winny się dokonywać na skutek zmiany w rytmice energetycznej środowiska, a przejawiać w postaci nagłego wydłużenia fali. W następstwie takiej „mutacji” informa-

cja elektromagnetyczna działałaby wadliwie, powodując nietypową sekwencję aminokwasów. Terenem procesów byłaby drobina DNA oraz jej własności bioelektroniczne.

Nie mamy dotychczas żadnego przekazu o tym, w jaki sposób dokonywała się ewolucja bioplazmy w następstwie nabycia przez białko półprzewodzących cech. Nie wiemy też, jak zawiązała się akcja chemiczna zwana metabolizmem. Czy w odwracalne reakcje wkroczyła elektronika związków organicznych, czy oba procesy rozwijały się równolegle. Problemy związane z powstawaniem życia nie są proste, a nieprzekraczalny dotychczas próg zapewne nie polega wyłącznie na niemożności zsyntetyzowania białka.

Wydaje się, że mamy jeden etap rozwiązany, a mianowicie abiotyczne powstawanie aminokwasów i nukleotydów, które w odpowiednich warunkach mogły wytworzyć białka i kwasy nukleinowe. Nie potrafimy jednak orzec, czy tak powstałe związki wyjściowe dla białek i kwasów nukleinowych posiadały od razu cechy półprzewodników czy też nabyły je w toku ewolucji. Miarodajny mógłby tu być w pewnym sensie kerogen i jego elektroniczne własności. O ile wiadomo, nie podejmowano jeszcze badań od tej strony (45).

Nie wiemy, czy półprzewodniki nieorganiczne typu kwarcu, glinokrzemianów, wody czy lodu nie odegrały tu wstępnej roli epitaksjalnego przekazu półprzewodzących własności. Sama jednak ewolucja — jak zawsze, tak i tym razem — była zdolnością żywej materii. Życie polega bowiem na możności poprawiania swych plazmotwórczych zdolności (46).

Należy sądzić, że ewolucja bioplazmy w skali molekularnej dotyczy również selekcji. Prawdopodobnie zasadnicza selekcja biochemiczna i bioelektroniczna odbyła się na długo przed powstaniem morfologicznych jednostek znanych z kambru dolnego. Wynikiem jej był istniejący do dziś kod genetyczny. Selekcja molekularna działałaby na rzecz plazmotwórczych możliwości w dwóch wariantach — chemicznym i elektronicznym. Uległy więc wyselekcjonowaniu wszystkie czynniki chemicznej inercji albo wytworzone zostały czynniki jej zapobiegania, jak dobór odpowiednich katalizatorów, usuwanie ze środowiska reakcji produktów rozkładu, rozbicie reakcji na mikroprocesy. Podstawową tendencją było operowanie szybkosprawnymi procesami z maksymalnym zaangażowaniem elektronów w przemianach chemicznych.

Drobiny związków chemicznych musiały jednocześnie odznaczać się pewnymi cechami przydatnymi ze stanowiska elektroniki, a więc warunkować półprzewodnictwo, piezoelektryczne własności, możliwość szybkiego poruszania się elektronów w powłokach molekularnych (elektrony

zdelokalizowane, międzymolekularne przejścia elektronowe), łatwość tworzenia się wiązań wodorowych. Optymalne cechy struktur drobinowych są tutaj równoznaczne z łatwością generowania plazmy. Selekcja działa więc na rzecz zarówno chemicznej, jak i elektronicznej generacji plazmy.

Struktura związków organicznych biologicznie ważnych nie jest więc przypadkiem, stanowi bowiem optymalne warunki ruchliwości elektronów i protonów, z drugiej znów strony muszą to być związki warunkujące ze stanowiska reakcji chemicznych nie mniejszą łatwość generowania dużej liczby elementów elektrycznych (elektrony, protony, rodniki, jony, stany wzbudzone). Plazma byłaby więc ogólną tendencją ewolucji molekularnej. Wszystko, co sprzyja jej wytworzeniu, ostało się w długiej selekcji chemicznej i elektronicznej, co więcej — ulegało dalszemu rozwojowi. Zadaniem bowiem, jeśli można tak powiedzieć, ewolucji molekularnej było usprawnienie i zwiększenie wydajności procesów plazmotwórczych, uwarunkowanych architektoniką drobinową, własnościami półprzewodzącymi i reakcjami chemicznymi.

7. REFLEKSJE ROZWOJOWE

Ewolucja bioplazmy byłaby najbardziej fundamentalnym problemem spośród wszystkich podejmowanych dotychczas zagadnień rozwoju życia. Jest po prostu ewolucją samego życia. Wszelkie rodzaje ewolucji, jak biochemiczna, molekularna, bioelektroniczna, a przede wszystkim morfologiczna, są jedynie konsekwencjami przemian, którym plazma biologiczna podlegała w bliżej nieokreślonym parametrze czasu. Nie wnikając w słuszność terminu ,,bioplazma'' określić ją można jako ewolucję istoty życia, jeśli przez istotę pojmować będziemy wspólny czynnik wszelkich przejawów biologicznych.

Znamienne jest tu zresztą, jak dla każdej ewolucji żywego ustroju, zachowanie tożsamości istoty z dywergencją sposobów. Obserwujemy to zarówno po stronie molekularnych rozwiązań, zmierzających do zwiększenia elektronicznych własności białek, jak i w bogactwie procesów chemicznych, a szczególnie w ewolucji katabolizmu. Tożsamość bioplazmy jest zachowana z jej najbardziej znamiennym rysem, wynikającym z natury plazmy w ogóle — przeciwstawnością procesów degradacji i generacji — zróżnicowaniu zaś ulegają sposoby realizowania procesów plazmotwórczych, jak również odbudowy bioplazmy w następstwie zjawisk degradacyjnych.

Dwa przeciwstawne procesy ewolucyjne — zróżnicowanie oraz integracja — nie zostały rozwiązane od strony swych mechanizmów. Bioplazma wydaje się wnosić nowe elementy w zrozumienie tego problemu. Nieciągłość lokalna, a więc zmiana struktury plazmy, wywołuje odpowiedź plazmy jako całości w formie fal o rytmie wolnym (elektrycznych lub magnetohydrodynamicznych). Struktura i parametry plazmy mogą się dowolnie zmieniać, jednak w skali makroskopowej zachowuje ona swą integralność, a zmiany dotyczyć mogą jedynie długości fali, amplitudy, fazy lub polaryzacji. Metabolizm w biochemicznych szczegółach podlega zróżnicowaniu w filogenezie, natomiast w swej bioplazmowej naturze wydaje się niezmienny.

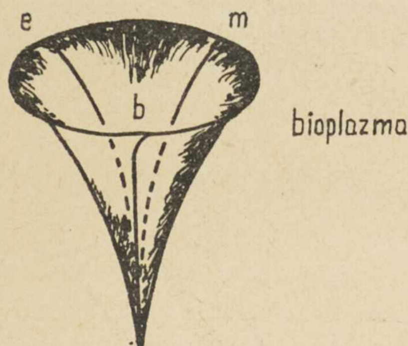
Czas rozpoczęcia ewolucji bioplazmy zbiega się z samą genezą życia, czyli jest tego samego wieku. Inaczej być nie może, ewolucja bowiem należy do istoty życia, jak i sama bioplazma. Prawdopodobnie jest to okres czasu odbiegający bardzo od wszelkich dotąd przyjmowanych szacowań. Istota życia wydaje się bowiem niezwykle archaiczna i znacznie musiała wyprzedzać dzisiejszą oprawę biochemiczną.

Z natury plazmy wynika, że zarówno życie, jak i jego ewolucja musiałyby się względnie szybko skończyć, gdyby nie zasilanie energetyczne z zewnątrz. Do tego samego stwierdzenia dochodzimy na podstawie maszynowego modelowania procesów ewolucyjnych (14). Autogenna bowiem energia otrzymywana z procesów katabolizmu wymaga uzupełnienia; inaczej bilans energetyczny stałby się ujemny. Procesy plazmowe są wygasające i wymagają zasilania. Dla rytmów biologicznych wykazano to w eksperymencie, gdzie izolacja od pól elektromagnetycznych środowiska prowadzi do wygasania rytmów organizmu ludzkiego (54). Ewolucja jest procesem wygasającym, łączy się bowiem z wydatkiem energetycznym, wymaga więc ustawicznego zasilania.

Nie tylko pulsacja elektromagnetyczna stanowi energetyczne zasilanie bioplazmy, lecz wszelkie wahania parametrów środowiska: mechaniczne (ciśnienie), elektryczne, akustyczne, magnetyczne, termiczne, chemiczne, grawitacyjne. Jakakolwiek zmiana środowiska jest równoznaczna z elektrycznym zaburzeniem bioplazmy. W tym ujęciu inaczej niż dotychczas widzi się gromadzenie informacji przez żywy ustrój (7). Nośnikiem informacji nie są wyłącznie drobiny. Wieczna jest tylko bioplazma jako zdolność przyjmowania i przekazywania informacji środowiskowej, przetwarzanej na własną informację układu ożywionego. Bioplazma przejawia się nie tylko w genach czy DNA, ale w całym kodzie genetycznym. W niej samej są zakodowane wszystkie zmiany, jakim życie podlegało

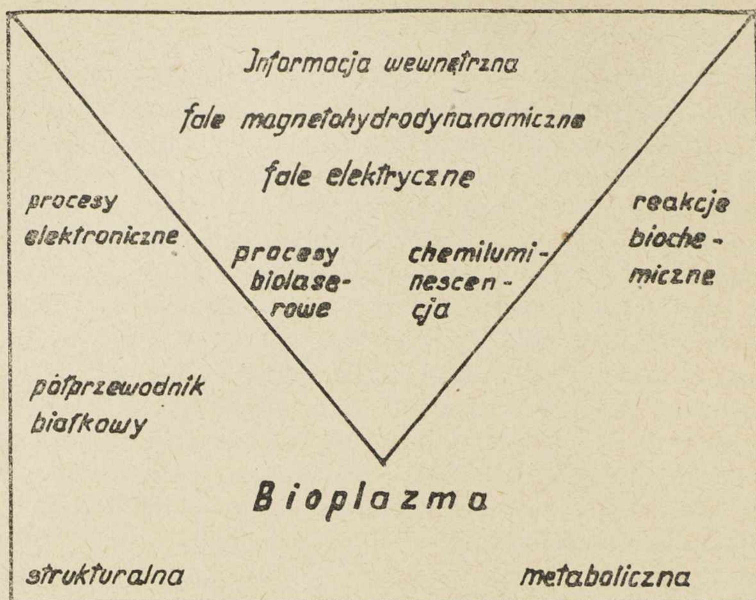
w swej niezwykle długiej historii trwania na ziemi. Bioplazma posiada zakodowaną własną historię rozwojową według przedstawionego tutaj schematu molekularnego, biochemicznego i elektronicznego. I tylko plazma biologiczna byłaby zdolna do rozwijania kodu, czyli transkrypcji zmagazynowanej informacji elektromagnetycznej na właściwą sekwencję aminokwasów, a w następstwie na normalne funkcje elektryczne układu. Po zaadaptowaniu bioplazmy do koncepcji Libermana (27), proponującej uważać komórkę za komputer, plazma biologiczna znajdzie zapewne zastosowanie jako uniwersalny przekaźnik informacji żywego układu.

Ewolucja molekularna, rozpatrywana dotychczas bez uwzględnienia bioplazmowego tła, jest pozbawiona funkcjonalnej strony i musiałaby się streszczać do rozwoju architektoniki drobinowej. Tymczasem struktury molekularne, funkcje chemiczne i elektroniczne stanowią jedność rozwojową (rys. 2). To jednorodne oblicze reprezentuje właśnie bioplazma. najmniej zróżnicowany substrat, warunkujący jednak wszelkie zmiany.

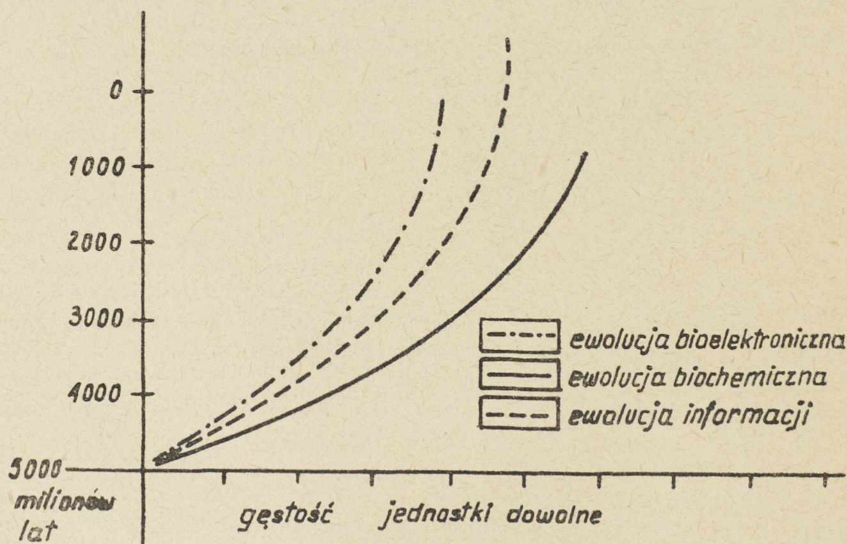


Rys. 2. Bioplazmowy stożek życia rozwija się w zakresie molekularnym (m), biochemicznym (b) i elektronicznym (e) przy ogólnej koordynacji polami elektromagnetycznymi.

Żywy ustrój w wielorakiej oprawie informacji środowiskowej musiał ostatecznie rozwijać się w kierunku usprawnienia procesów plazmotwórczych łącznie z wytworzeniem własnej elektromagnetycznej informacji wewnątrzukładowej. W ostatnim ogniwie ewolucyjnym — u człowieka — zaznacza się tendencja do wyraźnej hipertrofii informacyjnej.



Rys. 3. Przekrój poprzeczny stożka życia w bioplazmowej interpretacji (schematycznie). Elektromagnetyczna informacja kwantowej emisji oraz drgań bioplazmy jako całości jest wyrazem życia, jednocześnie utrzymuje półprzewodzącą masę biologiczną w stanie wzbudzonym.



Rys. 4. Ewolucja bioplazmy w składowych rozpoczęta około 5 miliardów lat temu: ewolucja elektronicznych własności związków organicznych, procesów biochemicznych warunkujących naładowane cząstki metabolicznego pochodzenia i ewolucja elektromagnetycznej informacji. Sprawność koordynacyjna informacji wyróżnia się w ostatnich ogniwach filogenetycznych.

LITERATURA

1. Aftergut S., Brown G. P.: Electronic Properties of Organic Compounds. I Heterocyclic Compounds. W: Organic Semiconductors. Ed. J. J. Brophy, J. W. Buttrey. New York 1963 s. 79-88.
2. Arnold W.: Ein Elektronenlückenbild der Photosynthese. „Journal phys. chem." 1965 Vol. 69 s. 780-791 (Abstract in: „Kolloid Zeitschr. für Polymere" 1965 Vol. 205 s. 175).
3. Arnold W., Azzi J.: The Mechanism of Delayed Light Production by Photosynthetic Organisms and new Effect of Electric Fields on Chloroplasts. „Photochemistry and Photobiology" 14:1971 s. 233-240.
4. Ballschmiter K., Katz J. J.: Long Wavelength Forms of Chlorophyll. „Nature" 1968 Vol. 220 s. 1231-1233.
5. Beament J. W.: Electrical Properties of Oriented Lipid on a Biological Membrane. Tamże 1961 Vol. 191 s. 217-219.
6. Comes F. J., Wenning U.: Prädissoziation im elektrischen Feld — ein neues Phänomen in der Molekülspektroskopie. „Zeitschrift für Naturfoschung" 1970, Vol. 25a s. 406-411.
7. Eigen M., Maeyer L.: Information, ihre Speicherung und Verarbeiterung im biomolekularen System. „Naturwissenschaften" 1966 Vol. 53 s. 49-53.
8. Eisinger J., Lamola A. A., Longworth J. W., Gratzer B. G.: Biological Molecules in their Excitet States. „Nature" 1970 Vol. 226 s. 113-118.
9. Eley D. D., Leslie R. B.: Conduction in Nucleic Acid Components. Tamże 1963 Vol. 197 s. 898.
10. Eley D. D., Spivey D. I.: The Semiconductivity of Organic Substances. P. 6: A Range of Protein. „Translations Faraday Society" 1960 Vol. 56 s. 1432-1442.
11. Eley D. D., Spivey D. I.: Semiconductivity of Organic Substances. P. 9: Nucleic Acid in the Dry State. Tamże 58:1962 s. 411-515.
12. Eley D. D., Spivey D. I.: Semiconductivity of Organic Substances. Part. 8. Porphyrins and Dipyrromethanes. Tamże s. 405-415.
13. Feitelson J. The Formation of Hydrated Electrons from the Excited State of Indol Derivatives. „Photochemistry and Photobiology" 13:1971 s. 87-96.
14. Fiałkowski K. R.: The Evolutionary Processes of Randomly Growing Mutadet Digital Structures as a Model of Evolution of the First Living Organisms. Second International Joint Conference of Artifical Intelligence. London 1971 s. 148-158.
15. Finnström B.: The Kinetics of the Reaction between the Hydrated Electron and Amino Acids Studied by Flash Photolysis. „Photochemistry and Photobiology" 13: 1971 s. 375-377.
16. Fox S. W., Dose K.: Molecular Evolution and the Origin of Life. San Francisco 1972 ss. 359.
17. Handel P. H.: Instabilitäten, Turbulenz und Funkelrauschen in Halbleitern III: Turbulenz in Halbleiterplasma und Funkelrauschen. „Zeitschrift f. Naturforschung" 1966 Vol. 21a s. 579-586.
18. Handel P. H. Instabilitäten, Turbulenz und Funkelrauschen in Halbleitern II. Magnetfeld bewirkte Strominstabilitäten. Tamże s. 573-578.
19. Herris J., Tsutsui M., Duuren B. L.: Pi Complexes in Biological Systems. „Science" 1967 Vol. 158 s. 1707-1710.

20. Hill R., San Pietro A.: Hydrogen Transport with Chloroplats. „Zeitschrift f. Naturforschung" 1963 Vol. 18b s. 677-682.

21. Kavanau J. L. Struktura wody i oddziaływania międzycząsteczkowe w roztworach wodnych. Tłum. z ang. Warszawa 1968 ss. 174.

22. Kerman R. P.: Redox Pump Theory Active Secretion of Hydrogen Ions. „Nature" 1967 Vol. 213 s. 734-735.

23. Ketskeméty I. Zwischenmolekulare Energuieübergabe in fluoreszierenden Lösungen. „Zeitschrift f. Naturforschung" B 1962 Vol. 17a s. 666-669.

24. Klein C. A.: Radiation Ionization Energies in Semiconductors: Speculations about the Role of Plasmons. Proceedings of International Conference on the Physics of Semiconductors. „Journal of Physical Society of Japan" 1966 21 supl. s. 307-311.

25. Knof H., Krafft D.: Nachweis von organischen Molekülkomplexen über deren negative Ionen, „Zeitschrift f. Naturforschung" 1970 Vol. 25a s. 849-852.

26. Krause A., Pluta I.: Ein neues anorganisches Superferment vom Katalasetypus. „Naturwissenschaften" 49:1961 s. 693-694.

27. Liberman E. A.: Molekularnaja wyczislistelnaja maszina kletki. „Biofizika" 17: 1972 s. 932-943.

28. Luck W.: Zur „Stereochemie" der Wasserstoffbrückenbindung. „Naturwissenschaften" 52: 1965 s. 25-31.

29. Luck W. A. Zur Spezifität der Wasserstoff-Brückenbindung. Tamże 54: 1967 s. 601-607.

30. Mandel L. J.: Active Ionic Transport across Biological Membranes Possible Role of Electrons and Protons. „Nature" 1970 Vol. 225 s. 450-451.

31. Manzner H., Fischer K.: Fluoreszenzinduktion an Chlorophyllbeschichteten Halbleitern. „Naturwissenschafteen" 57: 1970 s. 494.

32. Mitchell P.: Proton Current Flow in Mitochondrial System. „Nature" 1967 Vol. 214 s. 1327-1329.

33. Ohki K.: An Electronic Theory of Transition Metal Enzymes and Catalysts. „Experientia" 10:1954 s. 439-440.

34. Pickard G.: Electrical Singals in Higher Plants. „Naturwissenschaften" 61:1974 s. 60-64.

35. Quinlan K. P.: Proton Movement Accompanying the Lightinduced Electron Transfer in the Chlorophyll-quinom systems. „Photobiology" 13:1971 s. 113-121.

36. Rastogi R. P., Yadawa K. D.: Generation of Chemical Waves. „Nature — Physical Sciences" 1972 (za: K. Jakutowicz. Streszczenie. „Kosmos" A 1973 z. 3 s. 321).

37. Rosenberg B.: Electrical Conductivity of Protein. „Nature" 1962 Vol. 193 s. 364-365.

38. Ruge I., Conradt R. Ladungsträgerfreie Energieübertragung zwischen zwei pn-Sperrschichten in einem Siliciumkristall. „Zeitschrift f. Naturforschung" 1963 Vol. 18a s. 1616-1620.

39. Rumberg B., Reinwald E., Schröder U.: Siggel. Correlation between Electron Flow. Proton Translocation and Phosphorylation in Chloroplasts. „Naturwissenschaften" 55: 1968, s. 77-79.

40. Sedlak W.: Plazma fizyczna i laserowe efekty w układach biologicznych. „Kosmos" A 1970 z. 2 s. 143-154.

41. Sedlak W. Magnetohydrodynamika biologiczna w zarysie. Tamże 1971 z. 3 s. 191-201.

42. Sedlak W.: Plazma fizyczna jako podstawa bioenergetyki. „Roczniki Filozoficzne" 20: 1972 z. 3 s. 125-148.
43. Sedlak W.: Laserowe procesy biologiczne. „Kosmos" A 1972 z. 5 s. 533-545.
44. Sedlak W.: Sprawność organizmu ludzkiego w świetle bioelektroniki. Referat wygłoszony na Posiedzeniu Polskiego Towarzystwa Naukowego Kultury Fizycznej Gdańsk 19 maja 1973 r.
45. Sedlak W.: Paleobiochemiczne problemy wczesnych stadiów życia. „Roczniki Filozoficzne" 21: 1973 z. 3 s. 65-87.
46. Sedlak W.: U źródeł nowej nauki — paleobiochemia. Warszawa 1973 ss. 183. Omega.
47. Skulachev V. P., Sharaf A. A., Liberman E. N.: Proton Conductors in the Respiratory Chain Artifical Membranes. „Nature" 1967 Vol. 216 s. 718-721.
48. Stephens W. G.: Hydrogen Ion and the Activation of Electricall Excitable Membranes. Tamże 1969 Vol. 224 s. 547-549.
49. Szent-Györgyi A.: Bioelectronics. „Science" 1968 Vol. 161 s. 988-990.
50. Wagner R.: Erzeugung elektromagnetischer Wellen in Plasmen durch Streuung longitudinaler Plasmawellen an longitudinalen Plasmawellen. „Zeitschrift f. Naturforschung" 1967 Vol. 22a s. 1372-1391.
51. Wang J. H.: Facilitated Proton Transfer in Enzyme Catalysis. „Science" 1968 Vol. 161 s. 328-330.
52. Weidemann E. G., Zundel G.: Field — dependent Mechanism of Anomalous Proton Conductivity and the Polarizability of Hydrogen Bonds with Tunneling Protons. „Zeitschrift f. Naturforschung" 1970 Vol. 25a s. 627-634.
53. Weiner J. H., Askar A.: Proton Migration in Hydrogen-bonded Chains. „Nature" 1970 Vol. 226 s. 824-844.
54. Wever R.: Einfluss schwacher elektro-magnetischer Felder auf die circadiane Periodik des Menschen. „Naturwissenschaften" 55: 1968 s. 29-52.
55. Wolkenstein Th.: Some Basic Concepts of the Electronic Theory of Chemisorption and Catalysis on Semiconductors. W: Symposium on Electronic Phenomena in Chemisorption and Catalysis on Semiconductors. Ed. K. Hauffe, Th. Wolkenstein. Berlin 1969 s. 28-39.
56. Wood F., Ramsden D. K., King G.: Hydrogen Bonding of Water Substances containing the Amide Group. „Nature" 1966 Vol. 212 s. 606-608.
57. Thomas J., Evans J. R., Lewis T. J., Secker P.: Feasibility of Facile Proton Migration in Pyrimidines and Related Substances. Tamże 1969. Vol. 220 s. 375-376.
58. Zaręba A.: Die ß-Leitfähigkeit von Germanium in Bereich der mittleren Energien der bombardierenden. Elektronen. Proceedings of International Conference on Semiconductor Physics. Prague 1961 s. 476-478.

THE EVOLUTION OF BIOPLASMA

Summary

The concept of bioplasma unifies three living processes, namely: the biochemical evolution the molecular evolution, and the bioelectronic evolution, i.e., the development of semiconductive properties of organic compounds. By bioplasma (B-plasma) the author understands the averaged electronic states of a system, i.e., an entirety of electric particles of both signs in a quasi-balance. Bioplasma consists

of delocalized electrons, transfer electrons, protons, ions, free radicals and electrons of metabolic processes. Bioplasma is conditioned by electrons of molecular structures and electrons of metabolic processes. In both cases there occurs quantum emission either as biolaser effects of sandwich patterns of biochemical structures or as chemiluminescence photons. Figure 1. The evolution proceeded toward a production of structures with mobile electrons through the selection of semiconductive organic compounds and toward the improvement of metabolic processes. The biochemical, molecular and bioelectronic evolution aimed at the creation of the best "plasmo-creative" conditions. Here, electromagnetic information conditioning metabolic and electronic processes is an important evolutionary factor. Figure 2. The evolution of B-plasma is the most essential, fundamental, and developmental part of living matter. Figure 3 and 4.